



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 100 27 990 A 1**

⑤ Int. Cl.⁷:
F 04 C 2/344

21 Aktenzeichen: 100 27 990.2
22 Anmeldetag: 8. 6. 2000
43 Offenlegungstag: 20. 12. 2001

DE 100 27 990 A 1

71 Anmelder:
LuK Fahrzeug-Hydraulik GmbH & Co KG, 61352 Bad
Homburg, DE

74 Vertreter:
Gleiss & Große, Patentanwaltskanzlei, 70469
Stuttgart

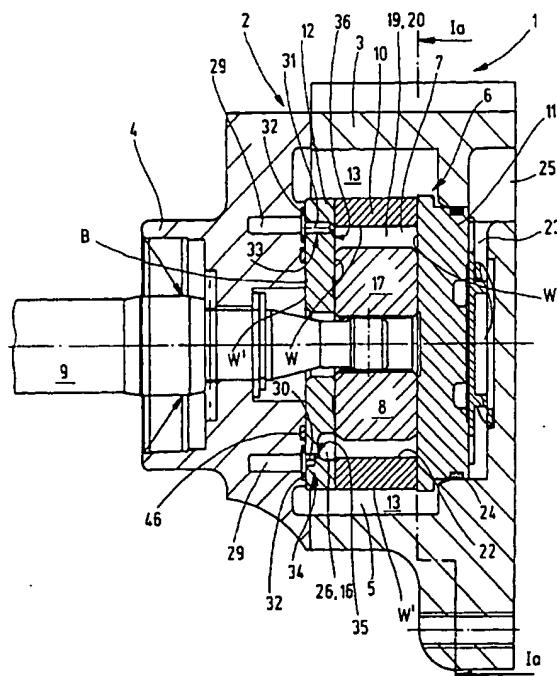
72 Erfinder:

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Pumpen

57) Die Erfindung betrifft eine Pumpe mit einer Pumpkammer, in der ein drehantreibbares Pumpenelement angeordnet ist, zumindest einem in der Pumpkammer mündenden Saug- und zumindest einem Druckanschluss und mit umlaufenden, volumenveränderlichen Förderzellen, die je nach Drehstellung des Pumpenelements mit dem Saug- oder Druckanschluss verbunden sind. Es ist eine hydraulische Zwischenkapazität vorgesehen, die über ihren ersten Anschluss mit dem am Druckanschluss vorliegenden Fördermediumdruck beaufschlagbar ist, und die über ihren zweiten Anschluss in Abhängigkeit der Drehstellung des Pumpenelements mit dem am Druckanschluss des Pumpenelements mit dem am Druckanschluss vorliegenden Fördermediumdruck beaufschlagbar ist oder mit einer Förderzelle verbunden ist, die keine direkte Verbindung zu dem Druckanschluss aufweist.



DE 10027990 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Pumpe mit einer Pumpkammer, in der ein drehantreibbares Pumpenelement angeordnet ist, zumindest einem in der Pumpkammer mündenden Saug- und zumindest einem Druckanschluss und mit umlaufenden, volumenveränderlichen Förderzellen, die je nach Drehstellung des Pumpenelements mit dem Saug- oder Druckanschluss verbunden sind.

[0002] Pumpen der hier angesprochenen Art sind beispielsweise als Flügelzellen- und Rollenzellenpumpen bekannt, bei denen die Förderzellen durch die Pumpkammerwandung und die Förderelemente begrenzt werden, wobei die Förderelemente entweder als Flügel oder Rollen ausgebildet sind, die von dem drehantreibbaren Pumpenelement aufgenommen sind, das somit den Rotor der Pumpe bildet. Bei diesen Pumpen ist es bekannt, dass es im Betrieb zu Druckpulsationen kommt, die einerseits durch das Fördergesetz und andererseits durch Druckausgleichsvorgänge beim Übergang der Förderzellen vom Sauganschluss zum Druckanschluss beziehungsweise vom Druckanschluss zum Sauganschluss entstehen. Im Stand der Technik hat man versucht, die Druckausgleichsvorgänge durch kleine Kerben zu steuern, die in der Pumpkammerwandung ausgebildet sind und in Verbindung mit dem Saug- beziehungsweise Druckanschluss stehen. Eine derartige Ausgestaltung der Pumpe mit Kerben ist beispielsweise aus der DE 196 26 211 A1 bekannt.

[0003] Es hat sich jedoch gezeigt, dass nicht in allen Anwendungsfällen der Pumpe die Druckausgleichsvorgänge in zufriedenstellender Weise gesteuert beziehungsweise beeinflusst werden können. Insbesondere bei einem hohen Anteil ungelöster Luft im Fördermedium spielen die Druckpulsationen aufgrund von Druckausgleichsvorgängen eine dominierende Rolle. Insbesondere ist dies der Druckausgleichsvorgang, der stattfindet, wenn eine Förderzelle vom Sauganschluss zum Druckanschluss übergeht. Durch den Anteil der ungelösten Luft im Fördermedium ist die Elastizität des Fördermediums erhöht. Es sind hier höhere Volumenströme erforderlich, um das Fördermedium in der Förderzelle vorzuspannen und so auf Druck zu bringen. Insbesondere führt dies beim sogenannten Vorkompressions- oder Vorfüllvorgang zu Problemen.

[0004] Probleme treten insbesondere auch dann auf, wenn der Verschäumungsgrad des Fördermediums, also der Anteil ungelöster Luft im Fördermedium, im Betriebsbereich der Pumpe sehr unterschiedlich ist. Bei der bekannten Pumpe mit den Kerben kann kein zufriedenstellender Kompromiss bei der Kerbenauslegung gefunden werden. Insbesondere an den Rändern des Betriebszustandsspektrums der Pumpe müssen daher Abstriche bei der Steuerung der Druckausgleichsvorgänge in Kauf genommen werden, wobei die Ränder des Betriebszustandsspektrums bei niedrigem Förderdruck und geringem Verschäumungsgrad sowie hohem Druck und hohem Verschäumungsgrad liegen. Bei geringen Verschäumungsgraden des Fördermediums sind kleinere Volumenströme für den Druckausgleichsvorgang erforderlich als bei größeren Verschäumungen, um ähnliche Druckgradienten zu erhalten. Der Volumenstrom, der sich beim Durchfluss durch eine Kerbe einstellt, ist in erster Linie von der auftretenden Druckdifferenz und dem Querschnitt der Kerbe abhängig. Die Abhängigkeit des erzeugten Volumenstroms von der Elastizität des Fördermediums ist nahezu unwesentlich, so dass bei den Druckausgleichsvorgängen die Verschäumung beziehungsweise der Verschäumungsgrad des Fördermediums unberücksichtigt bleibt.

[0005] Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine Pumpe der eingangs genannten Art anzugeben, die diese Nachteile

nicht aufweist.

[0006] Gelöst wird diese Aufgabe mit einer Pumpe, die eine Pumpkammer aufweist, in der ein drehantreibbares Pumpenelement angeordnet ist. Die Pumpe weist ferner zumindest einen in der Pumpkammer mündenden Saug- und zumindest einen Druckanschluss auf. Ferner besitzt die Pumpe umlaufende, volumenveränderliche Förderzellen, die je nach Drehstellung des Pumpenelements mit dem Saug- oder Druckanschluss verbunden sind. Die erfindungsgemäße Pumpe zeichnet sich insbesondere durch eine hydraulische Zwischenkapazität aus, die über ihren ersten Anschluss mit dem am Druckanschluss vorliegenden Fördermediumdruck beaufschlagbar ist, und die über ihren zweiten Anschluss in Abhängigkeit der Drehstellung des Pumpenelements mit dem am Druckanschluss vorliegenden Fördermediumdruck beaufschlagbar ist oder mit einer Förderzelle verbunden ist, die keine direkte Verbindung zu dem Druckanschluss aufweist. Sind beide Anschlüsse der Zwischenkapazität mit dem Fördermediumdruck verbunden, wird diese Zwischenkapazität aufgeladen. Ist der zweite Anschluss der Zwischenkapazität jedoch mit der Förderzelle verbunden, die nicht mit dem Druckanschluss verbunden ist, entlädt sich die Zwischenkapazität in diese Förderzelle. Bei dieser erfindungsgemäßen Ausgestaltung ist vorteilhaft, dass die Zwischenkapazität eine gewisse Elastizität aufweist, die einerseits abhängig ist von der Größe ihres Volumens und andererseits von dem Verschäumungsgrad des Fördermediums selbst. Das bedeutet, dass bei geringen Verschäumungsgraden die Speicherwirkung der Zwischenkapazität gering und bei hohen Verschäumungsgraden groß ist. Dies ist insofern vorteilhaft, als dass bei geringen Verschäumungsgraden auch ein entsprechend geringer Volumenstrom notwendig ist, um das Fördermedium in der Zelle vorzuspannen. Der Druckausgleichsvorgang wird hier hauptsächlich durch die Größe der in Reihe geschalteten Widerstände in den beiden Anschlüssen bestimmt. Bei großen Verschäumungsgraden wird ein entsprechend hoher Volumenstrom benötigt, der durch die große Speicherwirkung der Zwischenkapazität bei hohen Verschäumungsgraden gedeckt wird. Bei hohen Verschäumungsgraden entspannt sich somit die Zwischenkapazität zu Beginn des Druckausgleichsvorgangs in Richtung der zu befüllenden Förderzelle und sorgt in diesem Zeitraum für einen schnelleren Druckanstieg. Ist dieser Ausgleichsvorgang abgeschlossen, muss der Betriebsdruck nun sowohl die zu befüllende Zelle als auch die Zwischenkapazität wieder aufladen. Daraus resultiert ein insgesamt flacherer Druckanstieg in der Förderzelle. Dieser flacherer Druckanstieg ist vorteilhaft und erwünscht, denn bei einem hohen Anteil ungelöster Luft im Öl ist bei geringem Druck die Elastizität hoch und bei hohem Druck geringer. Das heißt, die Elastizitätskurve ist stark progressiv. Das erfordert bei geringem Druck in der zu befüllenden Förderzelle einen höheren Volumenstrom, der dadurch bereitgestellt wird, dass sich die Zwischenkapazität entspannt beziehungsweise entlädt, und bei höheren Drücken in der zu befüllenden Zellen einen geringeren Volumenstrom, der dadurch bereitgestellt wird, dass die Zwischenkapazität und die Zelle aufgeladen werden.

[0007] Nach einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist der erste Anschluss der Zwischenkapazität mit dem Druckanschluss verbunden. Das heißt, dass der erste Anschluss direkt mit dem pumpkammerseitigen Druckanschluss in Verbindung steht. Vorteilhaft ist hierbei, dass die Zwischenkapazität in unmittelbarer Nähe des Druckanschlusses angeordnet werden kann, so dass sehr lange Anschlussverbindungen zwischen dem Druckanschluss und der Zwischenkapazität nicht notwendig sind.

[0008] In einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgese-

hen, dass der zweite Anschluss der Zwischenkapazität in der Wandung der Pumpkammer mündet und von die Förderzellen begrenzenden Förderelementen überstrichen wird. Auf diese Art und Weise ist es besonders einfach möglich, die Steuerung des Lade- und Entladevorgangs der Zwischenkapazität zu steuern. Somit wird allein aufgrund der Drehung des Pumpelemente ein Laden und Entladen der Zwischenkapazität sichergestellt. Auf zusätzliche Steuerelemente kann somit in besonders vorteilhafter Weise verzichtet werden. Dadurch, dass der zweite Anschluss in der Pumpkammerwandung mündet und in bevorzugter Ausführungsform der erste Anschluss der Zwischenkapazität mit dem Druckanschluss direkt verbunden ist, erfolgt die Steuerung des Ladebeziehungsweise Entladevorgangs allein dadurch, dass die Förderelemente über die Mündungsöffnungen der Anschlüsse hinweggleiten, so dass die Mündungsöffnung des zweiten Anschlusses von dem Förderelement verschlossen oder freigegeben wird, und zwar derart, dass beide Anschlüsse mit dem Fördermediumdruck in Verbindung stehen oder der erste Anschluss mit dem Fördermediumdruck beaufschlagt ist und der zweite Anschluss mit der zu befüllenden Förderzelle in Verbindung steht. Insgesamt ergibt sich somit eine besonders einfache Ausführung, bei der überdies die Steuerung sehr einfach, aber dennoch zuverlässig arbeitend bewerkstelligt werden kann.

[0009] In bevorzugter Ausführungsform weist die Zwischenkapazität etwa das zweifache Volumen einer Förderzelle auf. Durch die Variation des Volumens kann die vorstehend erwähnte Elastizität der Zwischenkapazität eingestellt werden, so dass die Speicherwirkung der Zwischenkapazität auf die vorliegenden Verschäumungsgrade abgestimmt werden kann.

[0010] Besonders bevorzugt wird ein Ausführungsbeispiel, bei dem im ersten und/oder zweiten Anschluss der Zwischenkapazität ein hydraulischer Widerstand liegt. Daraus ergeben sich Vorteile bei geringen Verschäumungsgraden des Fördermediums, bei denen der Druckausgleichsvorgang hauptsächlich durch die Größe der vorzugsweise in Reihe zu der Zwischenkapazität geschalteten Widerstände bestimmt wird. Die Zwischenkapazität selbst hat bei diesen Verschäumungsgraden eine eher geringere Wirkung.

[0011] Bei einem Ausführungsbeispiel kann vorgesehen sein, dass die Zwischenkapazität durch zumindest zwei Teilkapazitäten gebildet ist, die in besonders bevorzugter Ausführungsform in Reihe geschaltet sind. Zwischen den beiden Teilkapazitäten kann ein hydraulischer Widerstand angeordnet sein. In bevorzugter Ausführungsform ergibt sich somit eine Reihenschaltung aus Teilkapazität, hydraulischem Widerstand und Teilkapazität. Liegen außerdem in den ersten und/oder zweiten Anschlüssen hydraulische Widerstände vor, sind auch die vorzugsweise in Reihe dazu geschaltet, so dass sich insgesamt eine reine Reihenschaltung der hydraulischen Widerstände und Teilkapazitäten ergibt.

[0012] In bevorzugter Ausführungsform sind die Zwischenkapazitäten in dem Pumpengehäuse ausgebildet. Alternativ oder zusätzlich können die Zwischenkapazitäten jedoch auch in der der Pumpkammer abgewandten Wandung der Pumpkammer angeordnet sein. Kombinationsmöglichkeiten sind selbstverständlich auch denkbar. Sofern die Zwischenkapazität im Pumpengehäuse liegt, ist diese jedoch sehr nahe zu der Pumpkammer angeordnet, so dass lange Anschlusswege für die Zwischenkapazität vermieden sind.

[0013] Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Pumpe zeichnet sich dadurch aus, dass die Pumpkammer durch einen Pumpkammerring und zumindest eine an den Stirnseiten des Pumpkammerrings liegende Druckplatte gebildet ist und/oder von dem Pumpengehäuse begrenzt wird, wobei in

bevorzugter Ausführungsform in einer der Druckplatten ein hydraulischer Widerstand und in dem Pumpengehäuse die Zwischenkapazität liegt. Somit können die hydraulischen Widerstände durch einfache Durchbrüche mit geringem

5 Querschnitt realisiert sein, die gleichzeitig den ersten und zweiten Anschluss der Zwischenkapazität bilden. Hinter der Druckplatte liegt dann die Zwischenkapazität als Ausnehmung, die von der Druckplatte abgedeckt wird und mit den Durchbrüchen in der Druckplatte verbunden ist. Die Zwischenkapazität und/oder der zumindest eine hydraulische Widerstand können also in einer der Druckplatten und/oder im Pumpkammerring und/oder im Pumpengehäuse liegen. [0014] In bevorzugter Ausführungsform liegt der hydraulische Widerstand zwischen der dem Pumpelement benachbart liegenden Wandung und der dieser Wandung abgewandten Wandung (Außenwand) der Pumpkammer. Der hydraulische Widerstand kann somit einfach durch einen, vorzugsweise stufenartigen, Durchbruch hergestellt werden. [0015] Um Leckagen zu vermeiden, ist bei der eben erwähnten Ausgestaltung vorzugsweise vorgesehen, dass der Übergang von dem hydraulischen Widerstand zu der Zwischenkapazität derart abgedichtet ist, dass das Fördermedium nicht zwischen die Flächen der Druckplatte und des Pumpengehäuses abströmen kann, also der Übergang gegen 15 andere Druckbereiche abgedichtet ist.

[0016] Bevorzugt wird ein Ausführungsbeispiel, bei dem der in der Pumpkammerwandung mündende zweite Anschluss der Zwischenkapazität einen kreisförmigen Querschnitt besitzt. Derartige Durchbrüche können besonders 20 einfach durch Bohren, Stanzen oder Erodieren hergestellt werden, wobei materialabtragende Verfahren bevorzugt werden, bei denen keine Späne entstehen.

[0017] Bei einem Ausführungsbeispiel ist vorgesehen, dass der Mündungsbereich des zweiten Anschlusses kreisförmig ist. Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel kann jedoch vorgesehen sein, dass dieser Mündungsbereich in der Pumpkammerwandung zumindest bereichsweise erweitert ist. Es können somit Öffnungsquerschnittserweiterungen 25 vorgesehen sein, wie sie beispielsweise durch Kerben in der Pumpkammerwandung gebildet sein können. Durch die Kerben kann zusätzlich Einfluss auf den Volumenstrom genommen werden, der in die zu befüllende Zelle fließt. Die Kerben können außerdem einen konstanten oder einen sich 30 verändernden Querschnitt aufweisen. Somit kann der in die zu befüllende Zelle eintretende Volumenstrom in Abhängigkeit der Drehstellung des Pumpelemente beeinflusst werden. Es kann außerdem ein langsam ansteigender Volumenstrom 35 bereitgestellt werden, wenn Kerben verwendet werden, deren Querschnitte entgegen der Drehrichtung des Rotors abnehmen. Das ist insbesondere bei geringeren Verschäumungsgraden vorteilhaft.

[0018] Selbstverständlich kann die Pumpe mehrere Saug- und Druckanschlüsse aufweisen. Es kann also eine mehrstufige Pumpe bereitgestellt werden, wobei entsprechend der 40 Anzahl der Druckanschlüsse Zwischenkapazitäten ausgebildet sind. Bevorzugt wird also für jeden Druckanschluss eine Zwischenkapazität bereitgestellt.

[0019] Besonders bevorzugt ist die erfindungsgemäße Pumpe eine Flügel- oder Rollenzellpumpe, bei denen die 45 Förderelemente unter anderen durch Flügel oder Rollen gebildet sind. Besonders bevorzugt wird die Pumpe bei Automatikgetrieben für die Arbeitsmediumversorgung der Drehzahlübersetzungsmittel beziehungsweise hydraulischen Steuerelementen eingesetzt, da insbesondere in Automatikgetrieben Öl mit stark unterschiedlichen Verschäumungsgraden vorliegt.

[0020] Bei einem Ausführungsbeispiel der Pumpe stützt sich eine der Druckplatten gegenüber dem Pumpengehäuse 50

über ein Distanzmittel ab, wie dies in der DE 199 00 927 A1 beschrieben ist.

[0021] Außerdem wird ein Ausführungsbeispiel bevorzugt, bei dem der Druckanschluss und/oder der Sauganschluss eine Öffnungserweiterung aufweisen, so dass der Druckausgleichsvorgang sowohl durch die Zwischenkapazität als auch die Kerben gesteuert ist.

[0022] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen mit Bezug auf die Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

[0023] Fig. 1a eine Pumpe mit geöffneter Pumpkammer,
[0024] Fig. 1b eine Ausschnittvergrößerung der in Fig. 1a mit X bezeichneten Einzelheit,

[0025] Fig. 2 einen Querschnitt der Pumpe nach Fig. 1a, wobei der Schnitt entlang der Linie II-II in Fig. 1a liegt,

[0026] Fig. 3 ausschnittweise in Prinzipdarstellung einen "abgewickelten" Rotor, und

[0027] Fig. 4 verschiedene Druckverläufe einer Pumpe nach dem Stand der Technik und der erfundungsgemäßen Pumpe.

[0028] Anhand der Fig. 1a und 2 wird im Folgenden eine Pumpe 1 beschrieben, die als Flügelzellenpumpe ausgebildet ist. In Fig. 1a ist die Pumpe 1 mit geöffnetem Gehäuse dargestellt, wie es sich anhand der Schnittlinie Ia-Ia aus Fig. 2 ergibt. Die Pumpe 1 weist ein Pumpengehäuse 2 auf, das mehrteilig, insbesondere zweiteilig, ausgebildet sein kann, so dass – wie beim hier vorliegenden Ausführungsbeispiel – ein Gehäusegrundkörper 3 und Gehäusedeckel 4 vorliegen können. Der Gehäusegrundkörper 3 weist eine Ausnehmung 5 auf, in der ein Pumpeneinsatz 6 angeordnet ist. Dieser weist eine Pumpkammer 7 und ein in der Pumpkammer 7 drehantreibbar angeordnetes Pumpenelement 8 auf. Das Pumpenelement 8 wird über eine im Gehäuse 2 gelagerte Antriebswelle 9 angetrieben, die somit das Gehäuse 2 beziehungsweise den Gehäusedeckel 4 durchsetzt. Die Antriebswelle 9 ist an ihrem einen Ende drehfest mit dem Pumpenelement 8 verbunden. An ihrem anderen, hier nicht dargestellten Ende ist ein Antriebsdrehmoment in die Antriebswelle 9 einleitbar.

[0029] Die Pumpkammer 7 wird durch einen Pumpkammerring 10 und von zwei auf den Stirnseiten des Pumpkammerrings liegenden Druckplatten 11 und 12 begrenzt. Die Pumpkammer 7 kann jedoch auch von dem Pumpkammerring 10, einer der Druckplatten 11 oder 12 und dem Pumpengehäuse 2 begrenzt sein. Um den Pumpkammerring 10 herum ist ein spiralförmig ausgebildeter Saugraum 13 ausgebildet, der mit einem hier nicht dargestellten Reservoir für ein Fördermedium verbunden sein kann. Zwischen dem Pumpkammerring 10 und zumindest einer der Druckplatten 11 beziehungsweise 12 ist ein Durchbruch 14 ausgebildet, der in der Pumpkammer 7 mündet und somit den Saugraum 13 mit der Pumpkammer 7 verbindet und so einen Sauganschluss 15 bildet. Mittels des Pumpenelements 8 wird über den Sauganschluss 14 Fördermedium in die Pumpkammer 7 eingebracht, gefördert und an einem Druckanschluss 16 aus der Pumpkammer 7 ausgetrieben. Hierfür weist das Pumpenelement 8 einen Rotor 17 auf, der drehantreibbar ist. In dem Rotor sind radial verlaufende Schlitze 18 ausgebildet, in die jeweils ein radial verschieblich geführter Flügel 19 eingebracht ist. Die Flügel 19 bilden Förderelemente 20, die – in Drehrichtung D gesehen – Förderzellen 21 begrenzen. Die Förderzellen 21 werden radial außen von einer Gleitfläche 22 des Pumpkammerrings 10 begrenzt, auf der die Förderelemente 20 entlang gleiten oder rollen. Wie aus Fig. 2 ersichtlich, werden die Förderzellen 21 seitlich von den Druckplatten 11 und 12 begrenzt. Durch die Querschnittsform des Durchbruches des Pumpkammerrings 10 sind die Förderzellen 21 volumenveränderlich. Bei einer Drehung des Rotors 17 laufen die Förderzellen 21 innerhalb der

Pumpkammer 7 um, so dass sie abwechselnd mit dem Sauganschluss 15 und dem Druckanschluss 16 in Verbindung stehen. Wie bereits erwähnt, liegt im vorliegenden Ausführungsbeispiel eine Flügelzellenpumpe vor. Die Pumpe 1 kann jedoch auch als Rollenzellenpumpe ausgebildet sein. Dann sind anstelle der Flügel 19 walzenartige Förderelemente 20 vorgesehen, die in entsprechenden Ausnehmungen im Rotor 17 liegen.

[0030] Der Druckanschluss 16 mündet in einen Druckraum 23, der in dem Gehäuse 2, insbesondere im Gehäusegrundkörper 3, liegt und hier rein beispielsweise durch einen Abschnitt der Ausnehmung 5 gebildet ist und von der Druckplatte 11 begrenzt wird. Mittels einer Dichtung 24 ist der Druckraum 23 von dem Saugraum 13 abgeschlossen. Der Druckraum 23 ist mit einem Verbraucheranschluss 25 verbunden, an den ein hier nicht dargestellter Verbraucher angeschließbar ist, der mit dem Fördermedium beaufschlagt werden soll. Bei dem Verbraucher kann es sich beispielsweise um ein Automatikgetriebe handeln, wobei hierfür insbesondere vorgesehen ist, dass das Gehäuse 2 innerhalb des Automatikgetriebes angeflanscht ist, so dass die Verbraucher im Automatikgetriebe über den mit dem Druckraum verbundenen Verbraucheranschluss 25 versorgt werden.

[0031] Im gezeigten Ausführungsbeispiel ist die Pumpe 1 als doppelhubige Pumpe ausgeführt. Sie besitzt daher zwei Druckanschlüsse 16 und zwei Sauganschlüsse 15. Selbstverständlich kann auch eine einhubige Pumpe mit einem Druckanschluss 16 und einem Sauganschluss 15 vorgesehen sein. Selbstverständlich können auch Pumpen realisiert werden, deren Pumpkammern mehr als zwei Saug- und zwei Druckanschlüsse aufweisen.

[0032] Der Druckanschluss 16 mündet in der Pumpkammer 7, vorzugsweise in einer sogenannten Druckniere 26, die in der Druckplatte 11 und/oder 12 ausgebildet sein kann.

[0033] Der Sauganschluss 15 kann in einer sogenannten Saugniere münden, wie dies insbesondere aus Fig. 1a hervorgeht. Sowohl an der Saug- als auch an der Druckniere können Öffnungserweiterungen 27 beziehungsweise 28 ausgebildet sein, die vorzugsweise als Kerbe realisiert sind, deren Querschnitt sich in Drehrichtung des Rotors erweitert, wie dies bei der Öffnungserweiterung 28 dargestellt ist, oder die in Drehrichtung des Rotors sich im Querschnitt verjüngend ausgebildet sind, wie dies bei der Öffnungserweiterung 27 zu sehen ist.

[0034] Die Pumpe 1 weist mindestens eine hydraulische Zwischenkapazität 29 auf, die somit Fördermedium zwischenspeichern und wieder abgeben kann. Für die Zwischenspeicherung von Fördermedium wird die Zwischenkapazität 29 mit dem am Druckanschluss 16 herrschenden Fördermediumdruck je nach Drehstellung des Pumpenelements 8 beaufschlagt. In einer anderen Drehstellung wird das zwischengespeicherte Fördermedium an eine Förderzelle 21 abgegeben, die weder mit dem Sauganschluss 16 noch dem Druckanschluss 15 direkt verbunden ist. Die Zwischenkapazität 29 wird geladen, wenn ihr erster Anschluss 30 und ihr zweiter Anschluss 31 innerhalb einer Förderzelle 21 liegen, die direkte Verbindung mit dem Druckanschluss 16 aufweist. In Fig. 1a ist eine Rotorstellung gezeigt, bei der der erste Anschluss 30 innerhalb einer ersten Förderzelle 21' und der zweite Anschluss in einer zweiten Förderzelle 21" liegt, wobei diese Förderzelle 21" keine direkte Verbindung mit dem Sauganschluss 15 und dem Druckanschluss 16 aufweist. Die beiden Anschlüsse 30 und 31 sind also – in Umfangsrichtung des Rotors 17 gesehen – mit einem Abstand zueinander angeordnet.

[0035] In bevorzugter Ausführungsform ist der erste Anschluss 30 der Zwischenkapazität 29 direkt mit dem Druckanschluss 16 verbunden, wie dies aus den Fig. 1a und 1b

hervorgeht. Der zweite Anschluss 31 der Zwischenkapazität 29 mündet in der Wandung W der Pumpkammer, und zwar in dem Bereich der Wandung W, der von den Förderzellen 21, 21', 21" überstrichen wird, also dem Rotor 17 zugewandt ist. In bevorzugter Ausführungsform mündet der zweite Anschluss 31 auf der dem Rotor 17 zugewandten Fläche der Druckplatte 12. Selbstverständlich könnte der zweite Anschluss 31 der Zwischenkapazität 29 auch auf der Gleitfläche 22 münden. Dies gilt natürlich auch für den ersten Anschluss 30 der Zwischenkapazität 29.

[0035] Wie aus Fig. 2 ersichtlich, liegt die Zwischenkapazität 29 im Gehäuse 2, insbesondere im Gehäusedeckel 4, der Pumpe 1 und der erste beziehungsweise zweite Anschluss 30, 31 sind in der Druckplatte 12 ausgebildet. Damit das Fördermedium nicht zwischen die Berührflächen zwischen Druckplatte 12 und Gehäusedeckel 4 gelangen kann, sind Dichtungsmittel 32 vorgesehen, die – wie in Fig. 2 dargestellt – im Gehäuse 2, insbesondere Gehäusedeckel 4, oder aber auch in der Druckplatte 12 ausgebildet sein können.

[0036] Die Anschlüsse 30 und 31 sind in der Druckplatte 12 als Durchbrüche realisiert, die vorzugsweise einen kreisförmigen Querschnitt aufweisen. Bevorzugt wird ein Ausführungsbeispiel, bei dem die Durchbrüche 33 beziehungsweise 34 als Stufendurchbrüche ausgebildet sind. Innerhalb der ersten und/oder zweiten Anschlüsse, also innerhalb der Durchbrüche 33 beziehungsweise 34 sind hydraulische Widerstände 35 beziehungsweise 36 ausgebildet, die somit in Reihe zur Zwischenkapazität 29 liegen. Es ist klar, dass die Zwischenkapazität 29 nach einem Ausführungsbeispiel auch in der Wandung W der Pumpenkammer 7 liegen kann, wobei diese Wandung W die Außenwand der Pumpenkammer 7 bildet. Somit könnte die Zwischenkapazität 29 auch in der Druckplatte 11 und/oder 12 und/oder im Pumpenkammerring 10 liegen. Sie kann natürlich auch – wie gezeigt – in einem der Gehäuseteile 3 und/oder 4 liegen. Gleiches gilt auch für die hydraulischen Widerstände und für die Durchbrüche 33 und 34. Beim gezeigten Ausführungsbeispiel liegen die hydraulischen Widerstände 35 und 36 zwischen der Wandung W und der Außenwand W' der Pumpenkammer 7.

[0037] Wie aus Fig. 3 hervorgeht, kann die Zwischenkapazität 29 auch mehrere miteinander verbundene Teilkapazitäten 37, 38 umfassen, wobei die erste Teilkapazität 37 mit dem ersten Anschluss 30 in Verbindung steht und die zweite Teilkapazität 38 mit dem zweiten Anschluss 31 verbunden ist. Beide Teilkapazitäten 37 und 38 sind miteinander verbunden, wobei vorzugsweise ein hydraulischer Widerstand 39 zwischengeschaltet ist. Es ergibt sich somit eine Reihenschaltung aus hydraulischem Widerstand 34, Teilkapazität 37, hydraulischem Widerstand 39, Teilkapazität 38 und hydraulischem Widerstand 35. Die Kapazität der Zwischenkapazität 29 wird so bemessen, dass sie etwa das zweifache Volumen einer Förderzelle 21 aufweist. Entsprechend ist das Volumen der Zwischenkapazität aufzuteilen, wenn Teilkapazitäten 37, 38 vorgesehen sind. Die Volumina der Teilkapazitäten 37, 38 können gleich oder verschieden sein. Denkbar wäre überdies eine Parallelschaltung von Teilkapazitäten mit gleichem oder unterschiedlichem Volumen.

[0038] Bei den vorstehend erwähnten Ausführungsbeispielen ist die Zwischenkapazität 29 im Pumpengehäuse 2 ausgebildet. Bei entsprechend starker Ausgestaltung der Druckplatte 12 wäre es jedoch auch denkbar, sowohl die Anschlüsse 30 und 31, die hydraulischen Widerstände 35, 36 und 39 und Zwischenkapazität 29 in der Druckplatte 12 herzustellen. Denkbar wäre es auch, die Zwischenkapazität und/oder die hydraulischen Widerstände im Pumpenkammerring 10 vorzuschen.

[0039] Die Mündungsbereiche der ersten und zweiten An-

schlüsse 30, 31 können in einem Ausführungsbeispiel kreisförmig sein. Wie die vergrößerte Darstellung gemäß Fig. 1b jedoch leicht erkennen lässt, kann der zweite Anschluss 31 in seinem Mündungsbereich 40 auch erweitert sein. Für jeden Mündungsbereich 40 kann beispielsweise eine Kerbe K vorgesehen sein, die sich vom Mündungsbereich 40 entgegen der Drehrichtung des Rotors 17 erstreckt. Die Kerben können konstanten Querschnitt aufweisen; es ist jedoch auch möglich, dass der Mündungsbereich 40 derart erweitert ist, dass er sich in oder entgegen der Drehrichtung des Rotors erweitert oder verengt.

[0040] In Fig. 4 sind verschiedene Drücke über dem Drehwinkel des Pumpenelements für eine bekannte Pumpe ohne Zwischenkapazität 29 und für die erfindungsgemäße Pumpe 1 mit Zwischenkapazität 29 dargestellt. Die Zuordnung der Graphen ergibt sich aus folgender Legende:

41 - - - Betriebsdruck einer bekannten Pumpe ohne Zwischenkapazität,
20 42 - - Förderzellendruck der bekannten Pumpe,
43 - - Betriebsdruck der Pumpe 1 mit Zwischenkapazität 29,
44 - - - Druck in der Zwischenkapazität 29 und
45 - - - Förderzellendruck der Pumpe 1 mit Zwischenkapazität 29.

[0041] Die folgende Betrachtung gilt für eine Förderzelle, die bis zu einem Drehwinkel φ_1 des Rotors 17 über den Sauganschluss 15 befüllt wurde. Ab dem Drehwinkel φ_1 wird die Förderzelle 21 durch die Zwischenkapazität 29 aufgeladen. Der Förderzellendruck 45 beginnt somit leicht zu steigen. Der Druck 44 in der Zwischenkapazität 29 fällt, da sich sich in die Förderzelle 21 entlädt.

[0042] Im Vergleich mit dem Druckverlauf 42 einer Förderzelle einer bekannten Pumpe ergibt sich ein weicherer Druckanstieg in der Förderzelle 21 der Pumpe 1. Insbesondere bei hohen Verschäumungsgraden des Fördermediums entspannt sich die Zwischenkapazität 29 in Richtung zu befüllender Zelle, wie dies ab dem Drehwinkel φ_1 bis φ_3 in Fig. 4 dargestellt ist. Die Zwischenkapazität 29 sorgt bei einer Weiterdrehung des Pumpenelements in diesem Zeitraum für einen früheren Druckanstieg in der Förderzelle 21. Ab dem Winkel φ_3 lädt der Betriebsdruck nun sowohl die zu befüllende Zelle als auch die Zwischenkapazität 29 wieder auf. Da der Betriebsdruck ein größeres Volumen aufladen muss, das sich – wie eben erwähnt – aus Zwischenkapazität 29 und zu befüllender Zelle ergibt, steigt der Druck in der Förderzelle 21 flacher an. Genau dieses Verhalten ist erwünscht, wenn bei einem hohen Anteil ungelöster Luft im Fördermedium bei geringem Druck die Elastizität des Fördermediums hoch und bei hohem Druck geringer ist. Das heißt, dass die Elastizitätskurve stark progressiv verläuft. Dieses Förderverhalten liegt bei der Pumpe 1 vor, so dass bei geringem Druck in der zu befüllenden Förderzelle 21 ein höherer Volumenstrom in die Zelle gelangt, was dadurch erreicht wird, dass sich die Zwischenkapazität 29 entspannt, und bei höheren Drücken in der zu befüllenden Zelle ein geringerer Volumenstrom in die befüllende Zelle vorliegen muss, was wiederum dadurch erreicht wird, dass die Zwischenkapazität neben der Förderzelle 21 aufgeladen wird.

[0043] Es zeigt sich also, dass bei einer Pumpe 1 mit der Zwischenkapazität 29 auch Betriebszustände geregelt und verbessert werden können, die am Rand des Betriebszustandsspektrums liegen können, also beispielsweise niedriger Druck und geringer Verschäumungsgrad sowie hoher Druck und hoher Verschäumungsgrad. Über den gesamten Drehzahlbereich der Pumpe 1 ergeben sich somit vorteilhafte Druckverläufe.

[0044] Die Fig. 2 zeigt noch, dass sich die Druckplatte 12

über ein Distanzmittel 46 von dem Boden B der Ausnehmung 5 beabstandet abstützt. Das Distanzmittel 46 kann einstückig mit dem Gehäuseteil 4 oder der Druckplatte 12 realisiert sein. Es kann aber auch als separates Einlegeteil vorliegen. Mit dem Distanzmittel 46 wird eine mechanische Spaltkompensation realisiert, bei der sich der Bereich der Druckplatte 12 innerhalb des Distanzmittels 46 in Richtung des Rotors 17 biegt und somit den Leckagespalt verringert. Die Dichtwirkung des Dichtmittels 32 wird dabei nicht beeinflusst. In der DE 199 00 927 A1 ist die Druckplattenabstützung mittels Distanzmittel und die Spaltkompensation ausführlich beschrieben.

[0044] Die mit der Anmeldung eingereichten Patentansprüche sind Formulierungsvorschläge ohne Präjudiz weitergehenden Patentschutzes. Die Anmelderin behält sich vor, noch weitere, bisher nur in der Beschreibung und/oder den Zeichnungen offenbare Merkmalskombinationen zu beanspruchen.

[0045] In Unteransprüchen verwendete Rückbeziehungen weisen auf die weitere Ausbildung des Gegenstandes des Hauptanspruchs durch die Merkmale des jeweiligen Unteranspruchs hin; sie sind nicht als ein Verzicht auf die Erzielung eines selbständigen, gegenständlichen Schutzes für die Merkmalskombinationen der rückbezogenen Unteransprüche zu verstehen.

[0046] Da die Gegenstände der Unteransprüche im Hinblick auf den Stand der Technik am Prioritätstag eigene und unabhängige Erfindungen bilden können, behält die Anmelderin sich vor, sie zum Gegenstand unabhängiger Ansprüche oder Teilungserklärungen zu machen. Sie können weiterhin auch selbständige Erfindungen enthalten, die eine von den Gegenständen der vorhergehenden Unteransprüche unabhängige Gestaltung aufweisen.

[0047] Die Ausführungsbeispiele sind nicht als Einschränkung der Erfindung zu verstehen. Vielmehr sind im Rahmen der vorliegenden Offenbarung zahlreiche Abänderungen und Modifikationen möglich, insbesondere solche Varianten, Elemente und Kombinationen und/oder Materialien, die zum Beispiel durch Kombination oder Abwandlung von einzelnen, in Verbindung mit den in der allgemeinen Beschreibung und Ausführungsformen sowie den Ansprüchen beschriebenen und in den Zeichnungen enthaltenen Merkmalen beziehungsweise Elementen oder Verfahrensschritten für den Fachmann im Hinblick auf die Lösung der Aufgabe entnehmbar sind und durch kombinierbare Merkmale zu einem neuen Gegenstand oder zu neuen Verfahrensschritten beziehungsweise Verfahrensschrittfolgen führen, auch soweit sie Herstell-, Prüf- und Arbeitsverfahren betreffen.

Patentansprüche

1. Pumpe mit einer Pumpkammer, in der ein drehbareres Pumpenelement angeordnet ist, zumindest einem in der Pumpkammer mündenden Saug- und zumindest einem Druckanschluss und mit umlaufenden, volumenveränderlichen Förderzellen, die je nach Drehstellung des Pumpenelements mit dem Saug- oder Druckanschluss verbunden sind, gekennzeichnet durch eine hydraulische Zwischenkapazität, die über ihren ersten Anschluss mit dem am Druckanschluss vorliegenden Fördermediumdruck beaufschlagbar ist, und die über ihren zweiten Anschluss in Abhängigkeit der Drehstellung des Pumpenelements mit dem am Druckanschluss liegenden Fördermediumdruck beaufschlagbar ist oder mit einer Förderzelle verbunden ist, die keine direkte Verbindung zu dem Druckanschluss aufweist.

2. Pumpe, insbesondere nach Anspruch 1, dadurch ge-

kennzeichnet, dass der erste Anschluss der Zwischenkapazität mit dem Druckanschluss verbunden ist.

3. Pumpe, insbesondere nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Anschluss der Zwischenkapazität in der Wandung der Pumpkammer mündet und von die Förderzelle begrenzenden Förderelementen überstrichen wird.

4. Pumpe, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Zwischenkapazität etwa das zweifache Volumen einer Förderzelle aufweist.

5. Pumpe, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass im ersten und/oder zweiten Anschluss der Zwischenkapazität ein hydraulischer Widerstand liegt.

6. Pumpe, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Zwischenkapazität durch zumindest zwei Teilkapazitäten gebildet ist.

7. Pumpe, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest zwei Teilkapazitäten in Reihe geschaltet sind.

8. Pumpe, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet dass zwischen den in Reihe geschalteten Teilkapazitäten ein hydraulischer Widerstand angeordnet ist.

9. Pumpe, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Pumpkammer durch einen Pumpkammerring und zumindest eine an den Stirnseiten des Pumpkammerrings liegende Druckplatte gebildet ist und/oder durch das Pumpengehäuse begrenzt wird.

10. Pumpe, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Zwischenkapazität in einer der Pumpenkammer entgegengesetzten beziehungsweise abgewandten Wandung des Pumpkammerrings und/oder der Druckplatte ausgebildet ist.

11. Pumpe, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein hydraulischer Widerstand zwischen der innerhalb der Pumpenkammer liegenden Wandung und der abgewandten Wandung liegt.

12. Pumpe, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in der Druckplatte und/oder in dem Pumpkammerring und/oder in dem Pumpengehäuse der hydraulische Widerstand und in dem Pumpengehäuse und/oder in dem Pumpkammerring und/oder in der Druckplatte die Zwischenkapazität liegt.

13. Pumpe, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Zwischenkapazität gegenüber anderen Druckbereichen abgedichtet ist.

14. Pumpe, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der in der Pumpkannerwandung mündende zweite Anschluss der Zwischenkapazität einen kreisförmigen Querschnitt besitzt.

15. Pumpe, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Mündungsbereich des zweiten Anschlusses kreisförmig ist.

16. Pumpe, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Mündungsbereich in der Wandung zumindest bereichsweise erweitert ist.

17. Pumpe, insbesondere nach einem der vorherge-

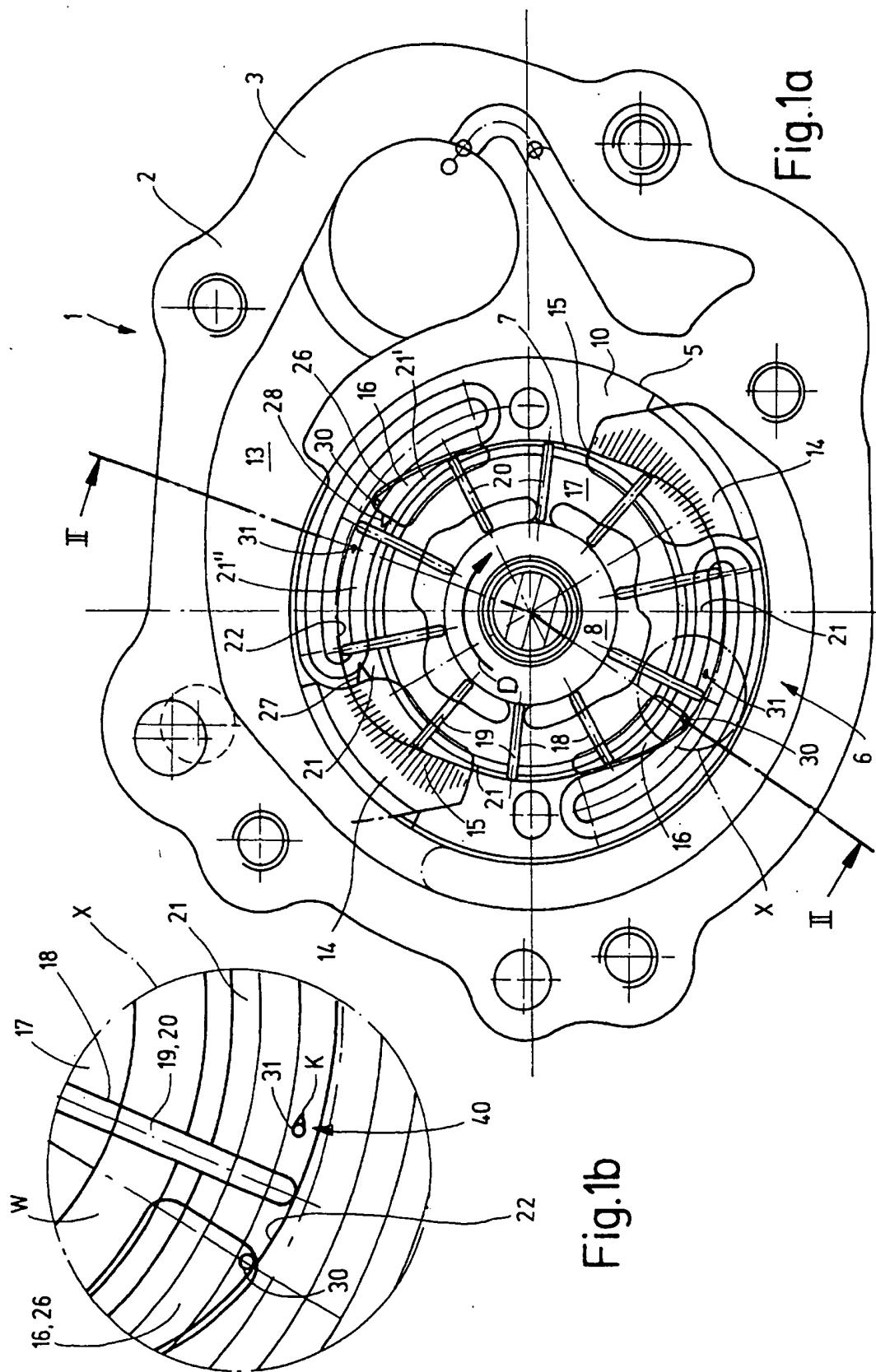
henden Ansprüche, gekennzeichnet durch mehrere Saug- und Druckanschlüsse, wobei für jeden Druckanschluss jeweils eine Zwischenkapazität ausgebildet ist. 18. Pumpe, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie 5 als Flügel- oder Rollenzellenpumpe ausgebildet ist und dass die Förderelemente durch Flügel oder Rollen gebildet sind.

19. Pumpe, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sich 10 eine der Druckplatten gegenüber dem Gehäuse mit einem Distanzmittel abstützt.

20. Pumpe, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass an dem Druckanschluss und/oder an dem Sauganschluss 15 eine Öffnungserweiterung ausgebildet ist.

21. Pumpe mit einer Pumpkammer, in der ein drehbareres Pumpenelement angeordnet ist, zumindest einem in der Pumpkammer mündenden Saug- und zumindest einem Druckanschluss und mit umlaufenden, 20 volumenveränderlichen Förderzellen, die je nach Drehstellung des Pumpenelements mit dem Saug- oder Druckanschluss verbunden sind, gekennzeichnet durch ein in den Anmeldeunterlagen offenbartes erforderliches Merkmal. 25

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen



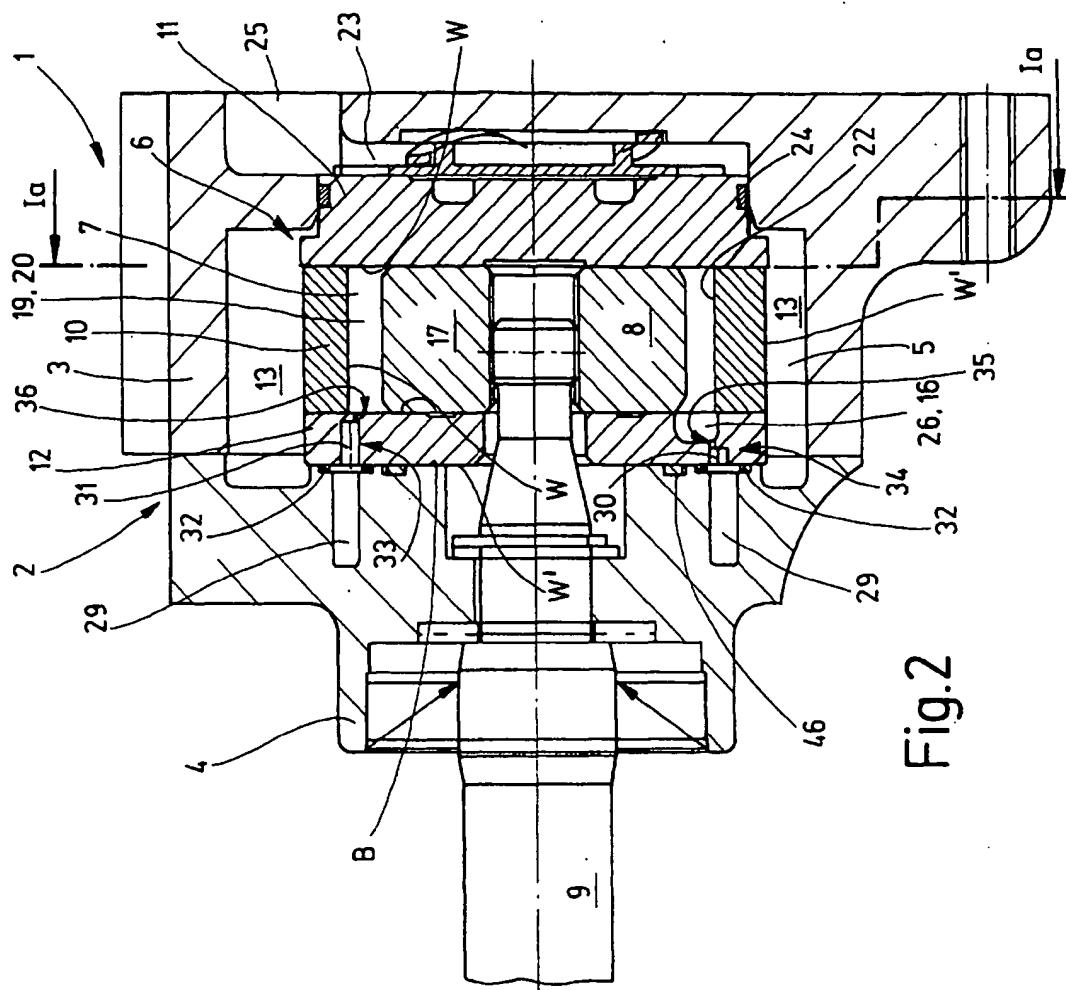


Fig. 2

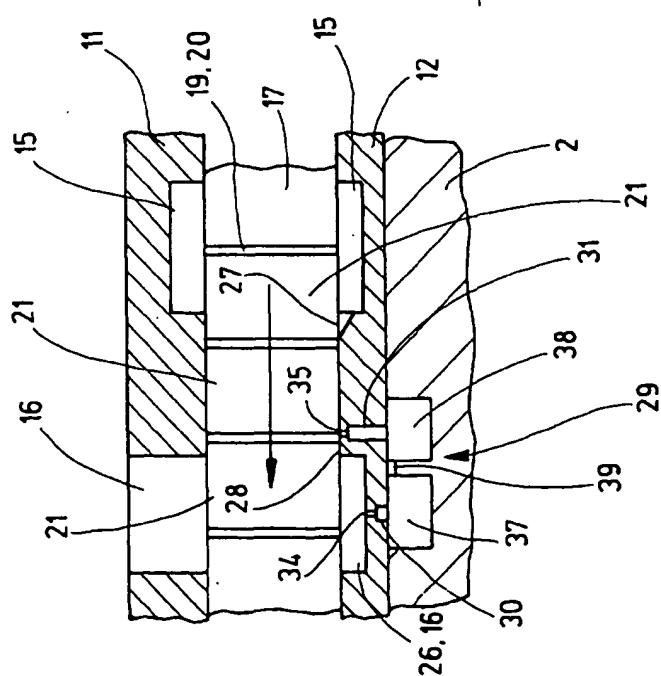


Fig. 3

